

Heating element made of electrically conducting materials and deposited on a substrate made of electrically insulating materials, its manufacture and its use

Patent Number: DE3325204
Publication date: 1985-01-24
Inventor(s): CREMER WILHELM DIPL ING (DE); HOFFMANN KARL-HEINZ (DE);
NOVOTNY ANTONIN DIPL ING DR TE (DE)
Applicant(s): REIMBOLD & STRICK (DE)
Requested Patent: ☐ DE3325204
Application Number: DE19833325204 19830713
Priority Number (s): DE19833325204 19830713
IPC Classification: H05B3/26
EC Classification: H05B3/26
Equivalents:

Abstract

A sheet-type heating element made of electrically conducting materials and deposited on a substrate made of electrically insulating materials completely or partly covers at least one surface of the substrate as a thin conducting layer and is permanently joined to the substrate over the entire area of the covered regions in an at least incipiently sintered state. A description is also given of methods of manufacturing this heating element, which can be used both in the low-temperature and the high-temperature range.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Best Available Copy



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 33 25 204.1
㉑ Anmeldetag: 13. 7. 83
㉒ Offenlegungstag: 24. 1. 85

㉑ Anmelder:
Reimbold & Strick GmbH & Co, 5000 Köln, DE

㉒ Erfinder:
Cremer, Wilhelm, Dipl.-Ing. (FH), 4730 Ahlen, DE;
Hoffmann, Karl-Heinz, 4048 Rommerskirchen, DE;
Novotny, Antonin, Dipl.-Ing. Dr.techn., 8633
Rödentel, DE

⑤6 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-AS	24 03 737
DE-AS	23 27 030
DE-AS	21 51 626
DE-AS	16 46 882
DE-AS	14 40 969
DE-AS	11 46 991
DE-AS	11 00 772
DE-OS	28 22 335
DE-OS	25 00 082
DE-OS	24 38 984
DE-OS	23 06 250
DE-OS	16 71 053
US	38 11 934
US	36 94 627

㉑ Auf einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen aufgebrachtes Heizelement aus elektrisch leitenden Werkstoffen, seine Herstellung und Verwendung

Ein auf einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen aufgebrachtes Heizelement aus elektrisch leitenden Werkstoffen deckt mindestens eine Oberfläche des Trägers flächenförmig als dünne leitende Schicht ganz oder teilweise ab und ist mit dem Träger in den abgedeckten Bereichen ganzflächig wenigstens im angesinterten Zustand bleibend verbunden. Es werden auch Herstellungsverfahren für dieses Heizelement beschrieben, das sowohl im Niedrig- als auch im Hochtemperaturbereich verwendet werden kann.

DE 33 25 204 A 1

DE 33 25 204 A 1

PATENTANWÄLTE

Dr.-Ing. von Kreisler † 1973
Dr.-Ing. K. Schönwald, Köln
Dr.-Ing. K. W. Eishold, Bad Soden
Dr. J. F. Fues, Köln
Dipl.-Chem. Alek von Kreisler, Köln
Dipl.-Chem. Carolo Keller, Köln
Dipl.-Ing. G. Selting, Köln
Dr. H.-K. Werner, Köln

DEICHMANNHAUS AM HAUPTBAHNHOF
D-5000 KÖLN 1
12. Juli 1983
Ke/r 557

Reimbold & Strick GmbH & Co.
Kunftstraße 4, 5000 Köln 91 (Kalk)

Patentansprüche

1. Auf einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen aufgebrachttes Heizelement aus elektrisch leitenden Werkstoffen, dadurch gekennzeichnet, daß es mindestens eine Oberfläche des Trägers flächenförmig als dünne leitende Schicht ganz oder teilweise abdeckt und mit dem Träger in den abgedeckten Bereichen ganzflächig wenigstens im angesinterten Zustand bleibend verbunden ist.
2. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einem elektrisch isolierenden Träger aus keramischen Werkstoffen oder Kunststoffen verbunden ist.
3. Heizelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es mit einem Träger verbunden ist, der aus einem elektrisch leitenden Werkstoff besteht, dessen dem Heizelement zugewandte Oberfläche eine elektrisch isolierende Schicht aufweist.

4. Heizelement nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger platten-, bogen- oder rohrförmig ist.
5. Heizelement nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es, auf dem Träger aufgebracht und mit diesem verbunden, mit keramischen Werkstoffen oder mit einer Schicht bzw. einem Lack auf der Basis natürlicher oder synthetischer Harze bzw. Kunststoffe beschichtet ist.
6. Heizelement nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es aus Silicium, Silicium-Kupfer, Ferro-silicium auch unterschiedlicher Eisengehalte, Mangan-Silicium und/oder Molybdän-Silicium, auch in Form der Silicide der genannten Metalle Cu, Fe, Mn und Mo besteht.
7. Heizelement nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es aus halbleitenden Werkstoffen besteht.
8. Verfahren zur Herstellung des mit dem Träger bleibend verbundenen Heizelementes nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger mit dem Werkstoff des Heizelementes durch Flamm- oder Plasmaspritzen beschichtet wird.
9. Verfahren zur Herstellung des mit dem Träger bleibend verbundenen Heizelementes nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff des Heizelementes in Pulverform, gegebenenfalls in Mischung mit einem Bindemittel, auf den Träger aufgetragen wird.

10. Verfahren zur Herstellung des mit dem Träger bleibend verbundenen Heizelementes nach den Ansprüchen 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff des Heizelementes als Schlicker oder als Paste, gegebenenfalls mit einem beim Brand verkokenden, außer Kohlenstoff und Wasserstoff keine weiteren Elemente aufweisenden organischen Bindemittel, auf den Träger aufgebracht und in einer zur Erhaltung seiner Leitfähigkeit geeigneten Atmosphäre eingebrannt wird.
11. Verfahren zur Herstellung des mit dem Träger bleibend verbundenen Heizelementes nach den Ansprüchen 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die mit dem Heizelement bleibend verbundene Fläche des Trägers mit einer gegen Oxidation und/oder Korrosion widerstandsfähigen, nach dem Aufbringen in an sich bekannter Weise härtbaren Schutzschicht aus keramischen Werkstoffen oder einem Material auf der Basis natürlicher oder synthetischer Harze bzw. Kunststoffe beschichtet wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff des Heizelementes auf einen getrockneten, noch nicht gebrannten keramischen Träger, einen geschrühten keramischen Träger, einen gebrannten keramischen Träger oder auf die nichtglasierte Unterseite eines glasierten keramischen Trägers aufgebracht wird und diese Träger dann, soweit erforderlich, in der in der Keramikindustrie üblichen Weise weiterbearbeitet werden.
13. Verwendung des mit einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen bleibend verbundenen Heizelementes aus elektrisch leitenden Werkstoffen nach den Ansprüchen 1 bis 12 im Niedrigtemperaturbereich zur Beheizung von

Wänden, Fußböden oder Decken in geschlossenen Räumen, Labortischen, Warmhalteplatten sowie von Rohrleitungen, Garageneinfahrten, Treppen, Brücken und Rollbahnen.

14. Verwendung des mit einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen bleibend verbundenen Heizelementes aus elektrisch leitenden Werkstoffen nach den Ansprüchen 1 bis 12 im Hochtemperaturbereich zur Beheizung von Industrieöfen, Speicheröfen, Bratröhren, Kochplatten sowie Vorrichtungen zum Erwärmen von Gasen und Flüssigkeiten.

Auf einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen aufgebracht
Heizelement aus elektrisch leitenden Werkstoffen, seine Herstellung und Verwendung

Es ist bereits seit langem bekannt, die Erwärmung der verschiedensten Medien dadurch zu bewirken, daß Heizvorrichtungen verwendet werden, bei denen auf einen Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen ein Heizelement in Form eines Heizdrahtes, einer Heizwendel, eines Heizbandes oder auch einer Heizfolie aufgebracht oder in den Träger eingelagert und mit diesem mechanisch verankert ist. Diese Heizvorrichtungen haben vor allem bei indirekter Beheizung beispielsweise eines Ofenraumes von vornherein den Nachteil einer ungünstigen, unregelmäßigen Wärmeübertragung auf die Wand des Ofens. Abgesehen von den keine konstante Temperaturverteilung über die Fläche gewährleistenden stab- und drahtförmigen Heizleiter sind aber selbst die in oxidierender Atmosphäre bis zu vergleichsweise hohen Temperaturen verwendbaren Heizstäbe aus beispielsweise Siliciumcarbid und Molybdändisilicid in ihrer Heizleistung wegen ihrer durch die Stabform bedingten verhältnismäßig geringen Oberfläche beschränkt. Die metallischen Heizleiter in Folienform dagegen, die beispielsweise aus Molybdän oder Wolfram bestehen und zur Erzielung höchster Temperaturen Verwendung finden, können lediglich in kleineren Ofenräumen unter Vakuum oder Schutzgasen eingesetzt werden. Diese aufgezeigten Nachteile der bisher bekannten Heizelemente erfordern demzufolge sowohl bei direkter als auch bei indirekter Beheizung des zu erwärmenden Mediums eine höhere Wärmeleistung, die zur Erzielung einer bestimmten Temperatur nur durch eine hohe Elementtemperatur erreicht

- werden kann, so daß die Querschnittsbelastung des Heizleiters entsprechend hoch ist. Hinzukommt aber noch, daß die gleichmäßige elektrische Beheizung größerer und vor allem sehr großer Flächen im Niedrigtemperaturbereich, 5 beispielsweise die Raumheizung über Wand, Fußboden und /oder Decke bzw. auch die direkte Beheizung von Brücken oder Rollbahnen zur Schnee- und/oder Eisbeseitigung bisher noch nicht in technisch befriedigender Weise gelöst werden konnte.
- 10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Nachteile der bisher bekannten, auf einem Träger aus elektrisch nichtleitenden, also isolierenden Werkstoffen aufgetragenen Heizelemente aus elektrisch leitenden Werkstoffen, insbesondere bei der Beheizung großer Flächen 15 auszuschalten und Heizelemente verfügbar zu machen, die sowohl im Niedrigtemperaturbereich als auch im Hochtemperaturbereich verwendet werden können und vor allem bei speziellen Anwendungen weitere Vorteile gerade in diesen Anwendungsbereichen mit sich bringen.
- 20 Die überraschende Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein auf einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen aufgetragenes Heizelement aus elektrisch leitenden Werkstoffen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß es mindestens eine Oberfläche des Trägers flächenförmig als dünne leitende Schicht ganz oder teilweise 25 abdeckt und mit dem Träger in dem abgedeckten Bereich ganzflächig wenigstens im angesinterten Zustand bleibend verbunden ist.

Vorzugsweise ist das Heizelement mit einem elektrisch isolierenden Träger aus keramischen Werkstoffen oder Kunststoffen verbunden. Als Träger aus keramischen Werkstoffen eignen sich je nach der Verwendung des

5 Heizelementes die verschiedensten keramischen Werkstoffe, wobei für Niedrigtemperaturanwendungen beispielsweise keramische Fliesen oder Spaltplatten, aber auch keramische Formkörper anderer Gestaltungsformen, nämlich beispielsweise gebogene Formkörper aber auch Rohre der

10 verschiedensten Abmessungen in Frage kommen. Auch Kunststoffe können, soweit sie in der hier beschriebenen Weise als Träger des Heizelementes den geforderten Bedingungen sowohl der Herstellung als auch der Anwendung auf Grund ihrer thermischen Beständigkeit genügen, Verwendung

15 finden, und zwar ebenfalls wie die keramischen Formkörper in der für den jeweiligen Verwendungszweck geeigneten Form. Gleichmaßen eignen sich als Trägerwerkstoffe Gläser, vor allem auch Quarzglas und Quarzgut. Für Hochtemperaturanwendungen sind selbstverständlich feuer-

20 feste Trägerwerkstoffe einzusetzen, und zwar neben Quarzglas und Quarzgut auch feuerfeste Keramikwerkstoffe, wie beispielsweise Korund, Zirkoniumsilicat und Zirkoniumoxid. Fordert die vorgesehene Verwendung des Heizelementes gemäß der Erfindung besonders hohe Aufheiz- und

25 Abkühlgeschwindigkeiten, so ist den temperaturwechselbeständigen Keramikwerkstoffen, die in der Literatur so beschrieben werden, daß hier auf weitere Erläuterungen verzichtet werden kann, der Vorzug zu geben. Auch Siliciumkarbid stellt einen geeigneten Trägerwerkstoff

30 bei Hochtemperaturanwendungen des Heizelementes dar, doch ist es bei Siliciumkarbid, einem Halbleiter, auf Grund seiner elektrischen Leitfähigkeit ebenso wie bei Trägern aus elektrisch leitenden Werkstoffen erforderlich, für

die dem Heizelement zugewandte Trägeroberfläche eine elektrisch isolierende Zwischenschicht vorzusehen, mit der das Heizelement dann bleibend verbunden ist.

5 Um das Heizelement, das auf dem Träger aufgebracht und mit diesem bleibend verbunden ist, vor Oxidations- und/oder Korrosionseinflüssen zu schützen und seine Lebensdauer für lange Zeit ebenso sicherzustellen wie seine Wirksamkeit als Heizelement im Sinne der vor-
10 liegenden Erfindung, empfiehlt sich eine die Oberfläche des Trägers einschließlich des mit dieser bleibend verbundenen Heizelementes abdeckende Schutzschicht, die bei Hochtemperaturanwendungen aus keramischen Werkstoffen, wie beispielsweise einer Glasur bestehen kann, doch ist es auch möglich, als abdeckende Schutzschicht eine im
15 jeweiligen Temperaturanwendungsbereich widerstandsfähige Schicht bzw. einen Lack auf der Basis natürlicher oder synthetischer Harze bzw. Kunststoffe vorzusehen, was vor allem bei Niedrigtemperaturanwendungen in Frage kommt.

20 Als Heizleiterwerkstoffe sind Metalle, metallische Verbindungen, Keramik-Metall-Verbundstoffe (Cermets) sowie metallische und nichtmetallische Halbleiterwerkstoffe, wie beispielsweise SiC, zu nennen. Erfindungsgemäß haben sich als Heizleiterwerkstoffe vor allem Silicium, Silicium-Kupfer, Ferrosilicium auch unterschiedlicher
25 Eisengehalte, Mangan-Silicium und Molybdän-Silicium bewährt, wobei die Metalle Kupfer, Eisen, Mangan und Molybdän auch in Form ihrer Silicide zum Einsatz kommen können. Um bestimmte Effekte in bezug auf die Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeiten zu erzielen, können die
30 genannten Werkstoffe auch in Kombinationen zweier oder mehrerer Werkstoffe verwendet werden. Dies bringt im

Rahmen der vorliegenden Erfindung besondere Vorteile bei Verwendung von Gemischen verschiedener elektrisch leitender Werkstoffe, da es in diesen Fällen gelingt, einen erwünschten Gesamtwiderstand des Werkstoffgemisches zu
5 erzielen, der gegenüber einem einzelnen Werkstoff für das Heizelement bei bestimmten Anwendungen günstigere Eigenschaften aufweist. Es hat sich nämlich beispielsweise gezeigt, daß bei Verwendung einer Mischung von Silicium mit Kupfer der Widerstand des Heizelementes gegenüber dem
10 aus reinem Silicium erheblich reduziert werden kann.

Eine Reduzierung des Widerstandes des als elektrisch leitende Schicht mit dem Träger bleibend verbundenen Heizelementes gelingt erfindungsgemäß aber auch durch thermische Nachbehandlung des Heizelementes, sofern dies
15 einen entsprechend wärmebeständigen Träger aufweist, beispielsweise durch Brennen, insbesondere bei den in der Keramikindustrie üblichen Temperaturen im Bereich zwischen 950 °C und 1250 °C. Diese thermische Nachbehandlung ist vor allem möglich bei den wenig oxidations-
20 freudigen Leiterwerkstoffen, wie beispielsweise Silicium.

Einen Halbleiterwerkstoff als elektrisches Widerstandsmaterial auszuwählen, empfiehlt sich insbesondere in den Anwendungsfällen des Heizelementes gemäß der Erfindung, bei denen Sicherheit gegenüber Überhitzung gewährleistet
25 werden soll; denn wenn sich der Widerstandstemperaturbeiwert des verwendeten Halbleiters bereits im Niedrigtemperaturbereich von beispielsweise maximal 50 °C stark erhöht, wird die Heizleistung mit der Temperaturerhöhung reduziert und geht gegen Null, d.h. das Heizelement wird
30 selbsttätig abgeschaltet und damit jegliche Überhitzung vermieden.

Eine besonders bevorzugte Anwendung des Heizelementes gemäß der Erfindung besteht bei Verwendung von Keramikfliesen als Träger, und zwar vor allem wegen der Möglichkeit, plattenförmige, und zwar bevorzugt bereits
5 einseitig glasierte Träger der unterschiedlichsten Abmessungen, beispielsweise auch 60 cm x 60 cm-Platten, mit dem Heizelement flächenförmig als dünne leitende Schicht ganz oder teilweise abzudecken und mit diesem Träger in den abgedeckten Bereichen ganzflächig wenigstens im angesinterten Zustand bleibend zu verbinden.
10 Hierbei kann die Fläche, die der das Dekor darstellenden Glasurseite der Keramikfliesen abgewandt ist, beschichtet werden, um derartig beschichtete und zu einem Wand-, Fußboden- oder Deckenbelag zusammengefügte Fliesen dafür
15 einzusetzen, sowohl den Untergrund der Fliesen als auch die Fliesen selbst aufzuheizen und damit den Zweck einer Elektrospeicherheizung zu erfüllen. Da es erfindungsgemäß aber keine Schwierigkeiten bereitet, den Werkstoff des Heizelementes auch auf einen getrockneten, noch nicht
20 gebrannten keramischen Träger, einen geschrühten keramischen Träger und auf jede Oberfläche eines gebrannten, aber noch nicht glasierten keramischen Trägers, im Spezialfall also auch auf die in den genannten Aggregatzuständen vorliegenden keramischen Fliesen aufzubringen,
25 kann zusätzlich zu der im Endzustand nichtglasierten Unterseite auch die Oberseite des keramischen Trägers mit dem Werkstoff des flächigen Heizelementes ganz oder teilweise abgedeckt und in den abgedeckten Bereichen ganzflächig bleibend verbunden werden, um dann - in einem
30 zeitlichen und/oder räumlichen Nacheinander - die Deckglasur aufzubringen. Dieses an der Dekorseite der Fliese befindliche Heizelement ist geeignet, kurzfristig eine trägheitslose Zusatzheizung zu bewirken, um beispiels-

weise in den Morgenstunden Räume schnell aufzuheizen, während nach dem Abschalten dieser Zusatzheizung dann die normale, aber trägere Speicherheizung wirksam bleibt. Auf diese Weise ist es möglich, in den noch nicht zu kalten
5 Monaten des Jahres darauf zu verzichten, die normale Speicherheizung zu lange in Betrieb zu halten oder zu stark aufzuheizen.

Zur Herstellung des Heizelementes gemäß der Erfindung eignen sich verschiedene Verfahren. So kann der Träger
10 mit dem Werkstoff des Heizelementes durch Flamm- oder Plasmaspritzen beschichtet werden, wobei der angesinterte Zustand und damit die bleibende Verbindung mit dem Träger direkt erzielt werden kann. Die Herstellung des Heizelementes kann aber auch durch Formgebung der dünnen
15 Schicht des Werkstoffes des Heizelementes in kaltem Zustand erfolgen, worauf dann eine Wärmebehandlung und Fixierung auf dem Träger in der für den jeweiligen Werkstoff üblichen Weise stattfindet. Bei diesem zuletzt genannten Verfahren kann der Werkstoff des Heizelementes
20 in Pulverform auf den Träger aufgebracht werden, beispielsweise pulverelektrostatisch, wobei zur besseren Anfangshaftung, wenn erwünscht, auch eine Mischung dieses Pulvers mit einem Bindemittel aufgetragen werden kann. Der Werkstoff des Heizelementes kann aber auch in Form
25 eines Schlickers oder aber als Paste auf den Träger aufgebracht werden, wobei es unter Umständen von Vorteil sein kann, ein beim Brand verkokendes organisches Bindemittel, das außer Kohlenstoff und Wasserstoff keine weiteren Elemente aufweist, mitzuverwenden, das nicht nur
30 die Anfangshaftung des Werkstoffes des Heizelementes auf dem Träger verbessert, sondern zusätzlich beim Brand Kohlenstoff liefert, der sich mit dem beispielsweise als

Werkstoff des Heizelementes verwendeten Silicium zu elektrisch leitendem Siliciumkarbid verbindet. Allerdings ist es in diesem Falle erforderlich, das Heizelement durch Brennen in einer zur Erhaltung seiner Leitfähigkeit geeigneten Atmosphäre, beispielsweise durch Brennen in reduzierender Atmosphäre, mit dem Träger bleibend zu verbinden. Anschließend wird dann die zusätzliche, Oxidation und/oder Korrosion des Heizelementes verhindernde Schutzschicht auf die mit dem Heizelement bleibend verbundene Trägerfläche aufgebracht und in an sich bekannter Weise gehärtet. Je nach späterem Einsatz des in dieser Weise erhaltenen Endproduktes können die Schutzschichten aus keramischen Werkstoffen oder aus einem Material auf der Basis natürlicher oder synthetischer Harze bzw. Kunststoffe bestehen.

Die zur Stromzuführung zum Heizelement erforderlichen elektrischen Anschlüsse können beliebig während oder nach der Fertigstellung des Heizelementes mit diesem und dem Träger verbunden werden, beispielsweise durch Verschrauben, durch Schweißen oder durch Löten, wodurch sowohl die Verbindung der einzelnen auf den Trägern befindlichen Heizelemente untereinander beim Zusammenfügen der Träger, beispielsweise beim Zusammenfügen keramischer Fliesen oder keramischer Rohrabschnitte, als auch der direkte Anschluß an den elektrischen Strom und damit die Steuerung der Heizung durch An- und Ausschalten des Stromes möglich wird.

Das Heizelement gemäß der Erfindung, das bevorzugt mittels dieser Verfahren hergestellt wurde, kann sowohl im Niedrigtemperaturbereich als auch im Hochtemperaturbereich verwendet werden, wobei der Fachmann auf Grund seines Fachwissens ohne Mühe nicht nur die geeigneten Werkstoffe für das Heizelement sondern auch für den Träger und die weiteren Schichten, insbesondere auch die Schutzschichten auswählen kann.

Im Niedrigtemperaturbereich kann das erfindungsgemäß mit einem Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen bleibend verbundene Heizelement aus elektrisch leitenden Werkstoffen beispielsweise zur Beheizung von Wänden, Fußböden und Decken in geschlossenen Räumen, Labor-
5 tischen, Warmhalteplatten sowie von Rohrleitungen, Garageneinfahrten, Treppen, Brücken und Rollbahnen verwendet werden, während es sich im Hochtemperaturbereich insbesondere für die Beheizung von Industrieöfen
10 kleinerer Bauart, Speicheröfen, Bratröhren, Kochplatten sowie Vorrichtungen zum Erwärmen von Gasen und Flüssigkeiten eignet. Bei diesen Anwendungen treten die ganz erheblichen Vorteile des Heizelementes gemäß der Erfindung gegenüber den Heizelementen, wie sie aus dem Stande
15 der Technik bekannt und zur Anwendung gekommen sind, besonders deutlich in Erscheinung.

Als besondere Vorteile sind die folgenden zu nennen:
Die Entwicklung und gleichmäßige Verteilung der Wärme aus der zugeführten elektrischen Energie ist bei dem Heiz-
20 element gemäß der Erfindung überraschend günstig, was nicht nur auf die große äußere Oberfläche, sondern mit Sicherheit auch auf die wenigstens im angesinterten Zustand der mit dem Träger in den abgedeckten Bereichen ganzflächig verbundenen Heizleiterschicht zurückzuführen
25 sein dürfte. Dadurch werden in vergleichsweise kurzen Zeiten die erwünschten Temperaturen bei einem verhältnismäßig geringen Aufwand an elektrischer Energie erreicht.

Als besonders günstig ist zu erwähnen, daß das Heiz-
30 element gegenüber mechanischen Einflüssen und damit verbundenen Beschädigungen nur in äußerst geringem Umfange empfindlich ist und sich gerade in diesem

Punkt vorteilhaft von den bekannten Heizelementen unterscheidet, insbesondere bei Berücksichtigung der Tatsache, wie leicht Heizstäbe in unerwünschter Weise beschädigt werden können und wie leicht ein drahtförmiges Heizelement zugleich auch mit seinem Träger zerstört wird und damit ein Ausfall der gesamten Beheizungsanlage verbunden ist. Demgegenüber behält das Heizelement gemäß der Erfindung auch bei teilweiser Beschädigung grundsätzlich seine Heizfunktion.

10 Als weitere Vorteile sind die hinsichtlich der Formgebung des Trägers wesentlich größeren Möglichkeiten beim Heizelement gemäß der Erfindung gegenüber denen des Standes der Technik zu erwähnen.

15 Hinzu kommt noch, daß durch Änderungen sowohl des Werkstoffs der elektrisch leitenden Schicht als auch der Schichtdicken auf dem Träger unterschiedliche Widerstände des Heizelementes vergleichsweise einfach erreicht werden können, die mit der Abgabe örtlich unterschiedlicher Wärmemengen verbunden sind und die Ausbildung eines
20 konstanten Temperaturprofils über die gesamte Fläche des Trägers ermöglichen.

Als besonders hervortretender Vorteil ist die Möglichkeit der Verbindung von ihre Wärme an zu beheizende Räume abgebenden großdimensionierten Wand-, Decken- und Boden-
25 flächen aus mit der Heizleiterschicht bleibend verbundenen großflächigen keramischen Platten zu nennen, die eine ansprechende und repräsentative Gestaltung auch sehr großer Räume, wie beispielsweise Empfangshallen, Konferenzräume u.ä. erlauben mit einer nicht sichtbaren, dem
30 Bewohner bzw. Besucher nicht auffallenden und somit auch nicht störenden Heizung.

- Abschließend ist noch darauf hinzuweisen, daß der Träger aus elektrisch isolierenden Werkstoffen entweder in der Gesamtfläche oder aber nur teilweise flächenförmig mit dem Heizelement als dünne leitende Schicht abgedeckt und
- 5 mit dem Träger in den abgedeckten Bereichen ganzflächig bleibend verbunden werden kann, indem die Heizleiter-schicht beispielsweise spiralförmig, mäanderförmig oder streifenförmig, auch rund oder in Form von beliebig angeordneten, sich berührenden Streifen gestaltet wird.
- 10 Die Erfindung wird durch die nachstehenden Beispiele, die die Herstellung von Heizelementen gemäß der Erfindung beschreiben, näher erläutert:

Beispiel I

- Eine industriell hergestellte, nichtglasierte Steinzeugplatte wurde als elektrisch isolierender Träger verwendet. Auf diesen Träger wurde im Plasmaspritzverfahren eine Molybdändisilicid-Schicht in einer Dicke von unter
- 15 0,1 mm aufgebracht. Diese Platte mit den Abmessungen 11,5 cm x 20 cm hatte einen elektrischen Widerstand von 0,8
- 20 Ohm. Beim Anlegen einer Spannung von 20 Volt erwärmte sich die dem Heizelement abgewandte Oberfläche der Platte innerhalb weniger Minuten auf 350 °C, und zwar bei einer Aufheizgeschwindigkeit von 50 °C bis 100 °C/min.

Beispiel II

Auf der Rückseite einer glasierten, keramischen Fußbodenplatte mit den Abmessungen 60 cm x 60 cm wurde durch eine Flamspritzbeschichtung die elektrisch leitende
5 Schicht, bestehend aus 80 Gewichtsteilen metallischem Silicium und 20 Gewichtsteilen Kupfer, ganzflächig aufgebracht in einer Schichtdicke von ca. 0,1 mm.

An auf gegenüberliegenden Plattenkanten aufgeklebten Kupferleisten wurde der Strom der elektrisch leitenden
10 Beschichtung zugeführt, und zwar mit einer Spannung von 20 Volt und einer Stromstärke von 195 mA. Die Kupferleisten dienten in der Hauptsache als Kontakt und der gleichmäßigen Stromverteilung über die Kantenlänge. Der Flächenwiderstand wurde mit 255 Ohm gemessen.

15 Auf der glasierten Plattenfläche, also der der beschichteten Plattenfläche im Abstand von 8 mm gegenüberliegenden Fläche wurden folgende Temperaturen gemessen:

	nach 5 Minuten	25,6 °C
	nach 7 Minuten	26,4 °C
20	nach 10 Minuten	28,6 °C
	nach 15 Minuten	30,3 °C
	nach 20 Minuten	31,7 °C
	nach 25 Minuten	32,3 °C

Die Umgebungstemperatur der Platte vor dem Aufheizen
25 betrug 18,1 °C.

Beispiel III

Gemäß dem in Beispiel II beschriebenen Verfahren wurde eine nichtglasierte keramische Platte mit den Abmessungen 20 cm x 20 cm (Stärke 6 mm) mit Ferrosilicium mit einem
5 Fe-Gehalt von 45 % einseitig in einer Schichtdicke von ca. 0,1 mm ganzflächig beschichtet.

Gemäß Beispiel II erfolgte die Stromzuführung wiederum über zwei Kupferleisten, und zwar mit einer Spannung von 20 Volt und einer Stromstärke von 5 A. Der Flächenwider-
10 stand wurde mit 8 Ohm gemessen.

Auf der der beschichteten Plattenfläche gegenüberliegenden Fläche wurde bei einer Umgebungstemperatur vor dem Aufheizen von 18,1 °C folgende Temperaturentwicklung gemessen:

15	nach 1 Minute	55 °C
	nach 2 Minuten	82,9 °C
	nach 3 Minuten	120,6 °C.

Bei der unmittelbaren Wärmemessung auf der elektrisch leitenden Schicht dieses Heizelementes stieg innerhalb
20 von sieben Minuten die beim Aufheizen gemessene Anfangs-temperatur von 19,7 °C auf 240 °C.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.